

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Předúpravy obráběných dílů před následnou montáží

Preliminary Treatment Machined Parts before Final Assembly

Student:

Jiří Haas

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Kristofory CSc.

Ostrava 2010

## Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Haas**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**  
Specializace: **70 Strojírenská technologie**  
Téma: **Předúpravy obráběných dílů před následnou montáží**  
**Preliminary Treatment Machined Parts before Final Assembly**

Zásady pro vypracování:

1. Zhodnocení současného stavu, výrobní činnost.
2. Typy předúprav materiálu.
3. Specifikace používaného zařízení, typy a prováděné procesy.
4. Porovnání účinnosti a dokonalosti předúpravy, provedení zkoušek.
5. Úprava technologických postupů režimem pro zklalnění procesu.
6. Zhodnocení a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:


CYRUS, Z., CHOCHOLOUŠEK, J., KRISTOFORY, F., VÍTEK, J. *Kurz galvanizérů I.* Učební texty a návody do cvičení. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1996, 144 s.  
PTÁČEK, M., ERLEBACH J., LISCHKE, P., MATĚJKA, Z. *Čištění odpadních vod z galvanotechniky a chemické povrchové úpravy kovů.* Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha, 1981  
PODJUKLOVÁ, J. *Speciální technologie povrchových úprav I.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997, 76 s.  
MOHYLA, M. *Technologie povrchových úprav kovů.* Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1995, 251 s.  
MOHYLA, M. *Strojírenské materiály.* 2.vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1987, 143 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Kristofory, CSc.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

## Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce pana doc. Ing. Františka Kristoforyho CSc. a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Šumperku dne 28. května 2010



.....

Jiří Haas

## Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního § 60 – školní jídlo.
- beru na vědomí, Vysoká škola báňská – Technická univerzita (dále jen „VŠB – TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce uložena v Ústřední knihovně VŠB – TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdání své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Šumperku dne 28. května 2010



.....

Jméno a příjmení autora práce:

Jiří Haas

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Písařov 205, okr. Šumperk

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

HAAS J. *Předpravy obráběných dílů před následnou montáží: Bakalářská práce.*

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2010, 47 s. Vedoucí práce: doc. Ing. Kristofory F. CSc.

V úvodní části své bakalářské práce se zabývám významem teorií typů povrchových ochranných v návaznosti na působení koroze, rozboru typů koroze a ochranou materiálu proti ní.

Samostatná bakalářská práce se zabývá zhodnocením stávající výrobní činnosti předúpravy obráběných dílů před montáží a strojním vybavením pro provádění předúprav. Je prováděno porovnání účinnosti s cílem zvýšení dokonalosti předúpravy. Jsou vyhodnocovány nedostatky, navrženy úpravy technologických postupů pro zajištění kvalitnějších procesů a nových kroků ve výrobní činnosti. Výsledky řešení jsou uvedeny v příloze a závěrech bakalářské práce.

## **ANOTATION OF BACHELOR THESIS**

HAAS J. *Preliminary Treatment of Machined Parts Before Final Assembly: Bachelor Thesis.*

Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2010, 47 p. Thesis head: doc. Ing. Kristofory F. CSc.

In the introductory part of his thesis deals with the importance of theory types of surface protection in relation to corrosion, analysis of the types of corrosion and material protection against it.

Separate thesis deals with the evaluation of existing production operations pre machined parts prior to assembly and machinery for the implementation of pre-treatment. Comparison is done to increase the efficiency of perfect preparation. Weaknesses are assessed, proposed modifications to the technical procedures to provide better processes and new steps in manufacturing activity. The results are listed in the Annex and the conclusions of the thesis.

<b>1. Úvod.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Význam povrchových úprav.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Studie metod koroze kovových materiálů.....</b>	<b>4</b>
3.1. Definice rozdělení koroze.....	4
3.1.1. Chemická koroze.....	5
3.1.2. Elektrochemická koroze.....	5
3.1.3. Rovnoměrná koroze.....	6
3.1.4. Nerovnoměrná koroze.....	6
3.1.5. Atmosférická koroze.....	6
3.1.6. Koroze v kapalinách.....	7
3.2. Typy předúprav kovů.....	8
3.2.1. Rozdělení předpovrchových úprav.....	8
3.2.2. Čištění a předběžné úpravy.....	8
3.3. Volba vhodného konstrukčního materiálu.....	15
3.3.1. Uhlíkové oceli.....	16
3.3.2. Oceli nízkolegované .....	16
3.3.3. Litina.....	16
3.3.4. Hliník.....	17
<b>4. Ochrana materiálu proti korozi.....</b>	<b>18</b>
4.1. Úprava korozního prostředí.....	18
4.1.1. Úprava korozního prostředí odstraněním složky způsobující korozi.....	18
4.1.2. Úprava korozního prostředí inhibitory koroze.....	19
4.1.3. Rozdělení inhibitorů.....	21
4.1.4. Aplikace inhibitorů v technické praxi.....	23
<b>5. Typy používaných zařízení pro předúpravu materiálů.....</b>	<b>25</b>
5.1. Zařízení karuselová.....	25
5.2. Zařízení komorová.....	26
5.3. Čistící a odmašťovací ultrazvukové zařízení.....	27

<b>6. Porovnání účinnosti předúpravy.....</b>	<b>31</b>
<b>7. Úprava technologických postupů.....</b>	<b>32</b>
7.1. Technologické postupy pro karuselové zařízení.....	32
7.2. Technologické postupy pro komorové zařízení.....	34
7.3. Technologické postupy pro Ultrazvukové zařízení.....	36
7.4. Porovnání účinnosti.....	39
<b>8. Zhodnocení a závěr.....</b>	<b>42</b>
<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>45</b>
<b>Seznam příloh.....</b>	<b>47</b>

## 1. ÚVOD

### HISTORIE SPOLEČNOSTI [6]

Společnost Klein & Blažek spol. s r.o. je již více než 30 let dodavatelem obráběných a tvářených kovových dílů pro automobilový průmysl, zejména pro koncern Volkswagen AG, ale i pro jiná odvětví strojírenské výroby. Firma sídlí na severní Moravě blízko hranice České republiky s Polskem v malém městečku Štítý.

Společnost se vyprofilovala jako osvědčený a spolehlivý dodavatel většinou jednotlivých kovových lisovaných a obráběných, technicky náročných dílů s vysokou sériovostí pro zákazníky.

Od založení firmy byl budován systém řízení jakosti odpovídající požadavkům automobilového průmyslu. Kvalita výroby má základ v zavedeném a stále zdokonalovaném integrovaném systému managementu, který je organizován podle norem. Systém jakosti je zákazníky hodnocen pravidelnými audity a podnik věnuje rozvoji tohoto systému velké úsilí a finanční prostředky. Společným cílem je nejen dodávat jakostní výrobky, ale také při všech činnostech výrobního procesu zvažovat a plnit platné právní požadavky z oblasti ochrany životního prostředí.

Tyto záměry se v praxi projevují v investiční činnosti, kde se výstavbou nových výrobních ploch a pořízením ve světě nejmodernější výrobní technologie v obou hlavních výrobních oblastech, lisování i obrábění.



Obr.1. Závod 1





Obr.2. Závod 2

Výrobní sortiment firmy:

- Výlisky z postupových nástrojů na lisech
- Rámy dveří a lišty z válcovaných profilů
- Obráběné díly do motoru a převodovky např. řemenice, rozvodové soukolí, řetězová kola,
- Obráběné hliníkové díly pro klimatizaci
- Svařované díly – tažná oka, držáky výfuku, díly karoserie, výlisky s navařenými a nalisovanými maticemi a šrouby
- Montáž podsestav

Spokojenost našich zákazníků se projevila řadou ocenění. V poslední době například opakovanou nominací na cenu Volkswagen Group Award v letech 2005 a 2006 nebo získáním titulu Visteon Important Partner Award – Metals Commodity pro Evropu za 2005.

## **2. VÝZNAM POVRCHOVÝCH ÚPRAV** [1]

Povrchové úpravy patří k důležitým strojírenským technologiím nejen z hlediska zabezpečení protikorozní ochrany výrobku, jejich vnější vzhled, ale také upravují a mění jejich funkční vlastnosti. V průmyslu a i v jiných odvětvích rostoucí uplatňování nové techniky a technologie vzniká rozpor mezi nároky na nové výrobky a dostupnými zdroji materiálu, energie.

V této souvislosti moderní technologie úprav povrchu hrají významnou roli při úspoře materiálu a energie. Hodnota kvalitní povrchové ochrany strojírenského výrobku představuje 5 – 20% celkových nákladů na jeho výrobu. Ekonomické důsledky nekvalitní povrchové úpravy pak ohrožují celkovou hodnotu výrobku.

Povrchovou úpravou řešíme několik základních úkolů:

Ochrana proti korozi:

Při korozi dochází k znehodnocování výrobku (materiálu) fyzikálně chemicky působením prostředí. Důsledkem je poškození celistvosti, destrukce materiálu, únava, křehnutí, lomy, netěsnosti, perforace. Dále změna tvaru a jakosti povrchu, znehodnocení vzhledu, změna pracovních parametrů, změna funkčních vlastností.

Dodání určitých vhodných vlastností povrchu:

Jde o dodání vlastností povrchu, které základní povrch nemá, např. pevnost, tvrdost, odolnost proti opotřebení. Nebo jde o dodání vhodných vlastností povrchu, který nemá základní materiál např. el. vodivost apod.

Zlepšení vizuálního vzhledu:

Současné požadavky na vzhled povrchu, který určuje design výrobku stále rostou, Takže výrobek při splnění funkčních parametrů musí splňovat také estetické požadavky.

Aplikace technologie povrchových úprav vyniká zejména ve strojírenství, které vyrábí široký sortiment výrobků a to od strojírenského spotřebního zboží až po velké investiční celky.

### 3. STUDIE METOD KOROZE KOVOVÝCH MATERIÁLŮ

#### 3.1. DEFINICE A ROZDĚLENÍ KOROZE [1]

Korozi kovů definujeme jako znehodnocování materiálu, způsobené chemickým nebo fyzikálním působením prostředí. Jde o souhrn fyzikálně – chemických dějů, jejichž konečným výsledkem je částečné nebo úplné rozrušení materiálu. Korozi podléhají téměř všechny materiály, tedy nejen kovy a jejich slitiny, ale také plastické hmoty, keramické, silikátové i jiné materiály.

Výsledkem vzájemného působení faktorů koroze (materiál, fyzikální podmínky systému, prostředí) je částečné nebo úplné rozrušení materiálu. Podle toho, který z faktorů je dominující, rozdělujeme také jednotlivé druhy koroze.

podle mechanismu	koroze chemická koroze elektrochemická
------------------	---

podle vzhledu	koroze rovnoměrná koroze nerovnoměrná
---------------	--

podle rozhodujícího korozního (vnějšího) činitele:

- koroze při napětí
- koroze za únavy materiálu
- koroze při mechanickém namáhání materiálu
- vibrační koroze
- korozní praskání
- koroze bludnými proudy

podle prostředí	koroze v atmosféře koroze ve vodě koroze v plynech
-----------------	--

### 3.1.1. Chemická koroze [1]

Chemická koroze je rozrušení kovových materiálů vlivem chemického působení vnějšího prostředí ( soli, plyny, vzduch, neektrolyty - kapaliny jako nafta, benzín).

Typickým příkladem chemické koroze je oxidace, při které se na povrchu kovů objeví vrstva oxidů, např. zelená patina u mědi, oxidační vrstva u hliníku apod. Dochází pouze k chemickým reakcím mezi prostředím a materiálem; probíhá v elektricky nevodivém prostředí.

Jestliže je vytvořena vrstva oxidů pórovitá, nebo lehce z povrchu odpadá, může reakce mezi kovem a prostředím pokračovat tak dlouho, až se celý materiál rozruší. Jestliže je vrstva nepropustná, nebo dobře přilne k povrchu, chemická reakce se zastaví nebo zpomalí.

### 3.1.2. Elektrochemická koroze (Fizikálně chemická koroze) [1]

Při styku materiálu s elektricky vodivým prostředím dochází ke korozi, jejichž mechanismus je odlišný od chemické koroze. Zatím co při chemické korozi jsou korozní děje vysvětlovány chemickou reakcí s prostředím, při elektrochemické korozi existují změny spojené s přenosem elektrického náboje. Prostředím jsou zde kapalné roztoky kyselin, zásad a solí, které jsou rozpuštěny ve vodě. Elektrochemická koroze je charakterizována korozním dějem v elektrolytu za vzniku galvanického článku (makročlánku, mikročlánku).

Elektrochemická koroze zahrnuje případy koroze kovů v elektrolytech, tedy ve vodivém prostředí. Vždy v sobě zahrnuje dvě dílčí reakce – anodovou a katodovou.

Obě reakce jsou na sebe vázány (tzv. spřažené reakce) a nemohou probíhat samostatně, pokud korodujícím kovem neprochází žádný vnější proud. Anodová reakce odpovídá oxidaci kovu, a tedy vlastní korozi. Katodová reakce, zvaná též depolarizační (vybití nebo jiné odstranění elektronů vzniklých anodovou reakcí = depolarizace), odpovídá současné redukci některé oxidující složky roztoku, tj. buď vybití iontu vodíku (koroze s vodíkovou depolarizací) nebo redukci kyslíku rozpuštěného v elektrolytu (koroze s kyslíkovou depolarizací).

### 3.1.3. Rovnoměrná koroze [10]

Rovnoměrnou korozi se rozumí rovnoměrné napadení se stejnou korozní rychlostí na celém povrchu, který je ve styku s korozním prostředím. Postup rovnoměrné koroze je velmi snadno kontrolovatelný a předvídatelný.

### 3.1.4. Nerovnoměrná koroze [10]

Vzniknou-li v korozním systému heterogenity a to buď na straně prostředí nebo na straně materiálu, může koroze probíhat nerovnoměrně.

Na rozdíl od rovnoměrného napadení se výskyt nerovnoměrných forem koroze hůře předpovídá a k selhání výrobku dochází v kratší době. Mezi tzv. nerovnoměrné formy koroze patří podle nejjednoduššího dělení galvanická, štěrbinová a bodová koroze, korozní praskání, mezikrystalová, selektivní a erozní koroze.

### 3.1.5. Atmosferická koroze [10]

Většina kovových výrobků plní svou funkci v atmosféře; proto se tento druh koroze vyskytuje v největším rozsahu. První z vlivů, které spolupůsobí na atmosférické korozi, jsou klimatické podmínky dané vlhkostí a teplotou vzduchu a jeho znečištěním. Tím je dán i elektrochemický charakter této koroze. Korozní děj probíhá pod velmi tenkou vrstvou vody „nasycené rozpustnými složkami atmosféry, hlavně oxidem siřičitým, oxidem uhelnatým, amoniakem, chlorovodíkem a aerosoly. Tento vodní film o tloušťce 50 až 150 mikrometrů vzniká kondenzací vodních par, obsažených ve vzduchu, jako vznik je tedy podmíněn relativní vlhkostí vzduchu. Je-li povrch kovu drsný a pokrytý prachem a nečistotami, tvoří se vodní film při nižší relativní vlhkosti, asi kolem 60%, a nazývá se **kritická relativní vlhkost**. Důležitý význam má i kyslík, který proniká tenkým filmem a účastní se katodické reakce jako depolarizátor, čili urychluje korozi.

Norma rozděluje atmosféry podle korozní agresivity do pěti stupňů:

- **C1** - *velmi nízká*. Atmosféry uzavřených, klimatizovaných místností, v nichž nedochází ke kondenzaci vody.
- **C2** - *nízká*. Vztahuje se na prostory, v nichž dochází k občasné kondenzaci.
- **C3** - *střední*. Odpovídá suchým klimatům.
- **C4**-*vysoká*. Odpovídá vlhkým oblastem za působení atmosférických nečistot průmyslových měst, přístavů aj.
- **C5** - *velmi vysoká*.

Důležitý je i vliv teploty. Při nízkých teplotách se atmosférická koroze zastavuje zmrznutím elektrolytu. Při vzrůstající teplotě vzrůstá i rychlost koroze.

### **3.1.6. Koroze v kapalinách [1]**

Z oblasti koroze v kapalinách má největší význam koroze ve vodách. Do styku s vodou přicházejí vodní stroje, stroje a zařízení na výrobu páry, chladicí systémy motorů, kompresorů a jiných strojů, rozvodná potrubí a armatury pitných a průmyslových vod aj. Agresivita vod z hlediska koroze je kromě tvrdosti závislá na hodnotě pH na množství plynů rozpuštěných ve vodě, hlavně kyslíku, na teplotě a proudění vody. Kyslík se v průběhu elektrochemické koroze uplatňuje jako na teplotě a proudění vody. Kyslík se v průběhu elektrochemické koroze uplatňuje jako depolarizátor. Vody pro průmyslové účely se změkčují, chemicky upravují a odplyňují.

### 3.2. TYPY PŘEDÚPRAV KOVŮ [2]

Mezi předpovrchové úpravy materiálu řadíme technologie, které zbavují povrch materiálu před aplikací povrchových úprav nečistot, tak abychom získali technicky čistý povrch nebo fyzikálně čistý povrch (čištění ve vakuu) za účelem zvýšení odolnosti proti korozi, zlepšení funkčních vlastností např. zvýšení odolnosti proti opotřebení, řešení designu).

Nečistoty se stávají zejména z mastnot a oxidů.

#### 3.2.1. ROZDĚLENÍ PŘEDPOVRCHOVÝCH ÚPRAV [1]

Podle účelu:

- čištění a předběžné úpravy
- povrchové úpravy zvyšují odolnost proti korozi
- povrchové úpravy zajišťují požadovaný vzhled výrobku (design)
- povrchové úpravy pro dosažení specifických funkcí vlastností povrchu

#### 3.2.2. ČIŠTĚNÍ A PŘEDBĚŽNÉ ÚPRAVY [1]

Povrch kovů je znečištěn jednak látkami vázanými k povrchu mechanicky (mastnoty, zbytky past, mazadel, prach a pod) a jednak látkami vázanými chemicky (oxidy, rez, okuje a pod). Před aplikací povrchových úprav je nutno povrch kovu těchto nečistot zbavit a vytvořit kovově čistý povrch.

Mechanicky vázané nečistoty odstraňujeme odmašťováním, chemicky vázané nečistoty obvykle mořením, nebo **mechanickými úpravami** (otryskávání, broušení, omílání). Těmito úpravami se získává rovněž vhodná mikrogeometrie a mikrostruktura povrchu.

Při vyšších požadavcích se provádí ještě chemické nebo mechanické leštění. Jestliže tyto úpravy se provádí před dalšími povrchovými úpravami hovoříme o předběžných úpravách.

**Mechanické úpravy povrchu: [1]**

Mezi mechanické úpravy povrchu patří tryskání, omílání, broušení, kartáčování, leštění.

Účelem těchto úprav je:

- čištění povrchu materiálu (odstranění okují)
- vytvoření podmínek pro zakotvení povlaku
- zlepšení mechanických vlastností ( zvýšení pevnosti, meze únavy)
- vzhledové požadavky

**a) Otryskávání [1]**

Otryskávání je způsob mechanické úpravy kovového povrchu, při kterém se tryskáčím materiálem vrhá velkou rychlostí proti povrchu součásti. Je to způsob mechanického opracování povrchu substrátu, u kterého tryskáčím prostředkem jako nástroj vyvolává při dopadu v jeho povrchových vrstvách kvalitativní přeměny, přičemž vzniká charakteristická morfologie povrchu.

Z hlediska uspořádání nerovností patří otryskaný povrch do skupiny neorientovaných – izotropních povrchů, jejichž charakter je dán zejména tvarem použitého zrna tryskáčím prostředku. Má charakter mikrogeometrie vedle tvaru zrn má také vliv jejich tvrdost, zrnitost, druh materiálu a hmotnost zrna. Kvantitativní účinek je dán jeho režimem, především rychlostí letu zrna, úhlem dopadu, jakostí substrátu a hlavně jeho tvrdostí.

Působením částic na povrch je zpravidla doprovázeno plastickou deformací povrchové vrstvy Substrátu, přičemž dochází:

- ke zvyšování napětí v povrchových vrstvách. Tenká vrstva substrátu má vysoké tlakové napětí, které je v rovnováze s vnitřním tahovým napětím.
- k plastickému toku v povrchu materiálu, jehož důsledkem je zpevnění materiálu.
- k topografickým změnám navazujícím na napěťové kombinace.

Těchto vlivů se využívá prakticky ke zpevnění strojních součástí ( ozubená kola, povrch ložisek, náprav, lopatek a pod.)

Při předúpravě povrchu pod následné povlaky se má tryskáním vedle požadavku morfologie, docílit rovněž dokonalé očištění povrchu od okují, korozních zplodin, případně jiných nečistot. Čistota povrchu závisí na pokrytí povrchu stopami po dopadu jednotlivých zrn tryskáčím prostředkem. Významný vliv zde také hraje tvar zrna.



Intenzita čištění povrchu při otryskávání je závislá na tvaru zrna, druhu otryskávacího materiálu, jejich kinetické energii (hmotě a dopadové rychlosti) na úhlu dopadu a na vzdálenosti tryskače od předmětu. Tvrdá ostrá zrna způsobují čištění povrchu a odstraňují z něj i částice kovu tím, že se do povrchu zasekávají. Po otryskávání je povrch drsný, pokrytý množstvím malých kráterků.

Tryská-li se suspenzí vody a brusiva, zmenšuje voda účinek tryskání a tím dociluje vyhlazovacího účinku (hydrofiniš).

Kulatá zrna čistí a zpevňují povrch, který je po tryskání pokryt mělkými důlky. Úběr kovu je nepatrný. Je zde nebezpečí, že zbytky nečistot se zatlačí do povrchu. Povrch je hladší a zpevněný, je odolnější proti korozi, je méně vhodný pro zakotvení povlaku.

Měkká zrna povrch jen leští.

Druh otryskávacího materiálu se volí podle druhu upraveného povrchu, stupně znečištění, materiálu, podle tloušťky stěn předmětu. Předměty z měkkých materiálů, tenkostěnné, se otryskávají nižším tlakem, jemnější zrna a naopak hrubší a těžké výrobky hrubozrnnou drtí.

Výkon otryskávání se reguluje (úběr):

- druhem otryskávacího materiálu
- velikostí zrn
- tlakem
- úhlem a vzdáleností tryskání
- velikostí trysky

Použití těchto otryskávacích materiálů:

- Křemičitý písek (sklářský písek)
- Litinová drť
- Brusiva (karbid křemíku, umělý korund)
- Sekaný drát
- Balotina (skleněné kuličky vyráběné granulací skla)

Zařízení pro tryskání:

Během vývoje otryskávání se ustálily dva způsoby urychlování tryskacího prostředku.

- energií stlačeného vzduchu
- mechanickou energií rotujícího metacího kola

Pneumatické tryskače: - tlakové

- injektorové

Mechanické tryskače

**b) Omílání [1]**

Je způsob mechanické úpravy povrchu malých předmětů, spočívající ve vzájemném odebrání předmětu, spočívající ve vzájemném odebrání předmětů, omílajících těles, brusiva a kapaliny v otáčejícím se bubnu nebo zvonu.

Omílání je vhodné především pro menší předměty oblých tvarů a váhy dílů do 1 kg.

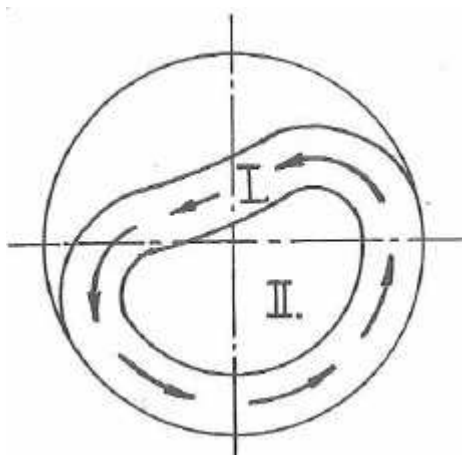
Větší předměty je možné rovněž omílat, ale je nutné je upevnit do přípravku v omílacím zařízení.

Výhody omílání:

- odstraňuje se namáhavé ruční broušení a leštění
- snižují se výrobní náklady, provoz je levný
- zvyšuje se výrobnost
- snižuje se zmetkovitost
- zpevňuje se povrch a zvyšuje se korozní odolnost

Nevýhody omílání:

- odjehlování výrobků
- leštění výrobků
- odstraňování zbytků tavidel po svařování
- odstraňování zbytků korozních zplodin
- zpevňování povrchu

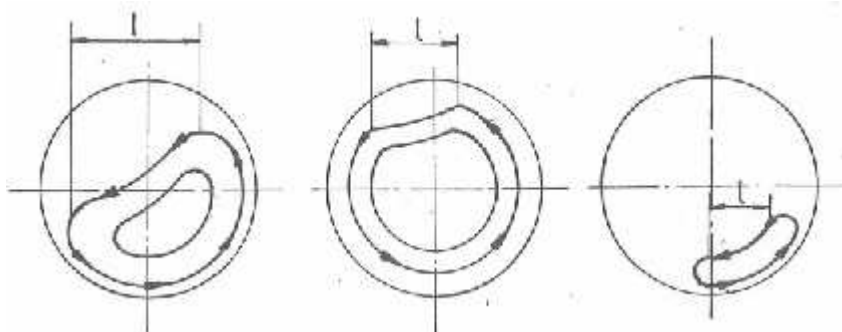


Při omílání se vytváří v bubnu dvě oblasti:

- a) nosná vrstva mající tvar prstence I, která sleduje stoupání stěny bubnu a v určitém okamžiku se odtrhuje od stěny a klouže pak jako aktivní vrstva, nebo padá na převalující se směs předmětů a brusiva.
- b) jádro II, které se převaluje jen mírně, přičemž rozhraní není mezi oběma vrstvami přesně odděleno.

Obr.3. Rozvrstvení materiálu při omílání

V aktivní vrstvě probíhá 90% omílání. Velikost aktivní vrstvy závisí na naplnění bubnu (Obr.7). Při optimálním plnění na 40 – 60% dosahuje aktivní vrstva největší délku a předmět v ní setrvává po  $\frac{3}{4}$  otáčky.



Obr.4. Délka aktivní vrstvy při různém plnění bubnu

Omílání ovlivňují tyto činitele:

- a) průměr bubnu a jeho otáčky
- b) doba omílání
- c) tvar a velikost součástí
- d) druh a velikost omílacích těles
- e) poměr množství součástí a omílacích těles
- f) druh a množství omílací kapaliny
- g) plnění bubnu

- Omílací tělesa se volí:
- a) Brusiva a brusné kameny
  - b) Nosné kameny, jejichž účelem je vytvořit podklad pro brusivo

Používají se umělé nebo přírodní kameny, jako křemen, žula, čedič, vápenec, umělý korund nebo kovové tělesa, organické hmoty, kožené odpady, textil.

Omílací kameny a tělesa se po čase omílání rychle obrušují a vyhlazují, čímž jejich ubírací schopnost klesá. Zvětšení úběru se v takovém případě dosáhne přidáním vhodného brusiva.

Poměr počtu součástí a omílacích těles se volí obvykle 1:3, u těžších předmětů 1:10 až 1:30.

Při mokré omílání se používá kapalina, jejich účelem je tlumit nárazy na předměty a omílací tělesa, smáčet povrch předmětu. Kapalina může také zvyšovat úběr materiálu nebo chránit materiál před korozí po čas omílání.

Zařízení pro omílání:

Používá se horizontálních omítacích bubnů nebo zvonů. Používají se také vybrační omílací zařízení. Obvykle jsou bubny osmiboké, pro menší množství šestiboké, pro větší množství dvanáctiboké.

### **c) Broušení, Leštění, Kartáčování [1]**

Tyto mechanické úpravy povrchu se velmi často používají jako úpravy před tvářením povlaku. Nebo i jako konečné úpravy.

Broušením se obvykle připravuje základní povrch pro kartáčování nebo leštění.

Leštěním se upravuje základní povrch a také povlak.

Mezi broušením a leštěním lze velmi těžko stanovit přesnou hranici.

V povrchových úpravách má broušení a leštění poněkud jiný charakter než při přesném obrábění broušením. Nepřihlíží se tolik k přesnosti rozměrů, ale spíše k odstranění nerovnosti povrchu za účelem dosažení lesku nebo vhodného povrchu pod následující povlak.

Pro broušení se používají jako pracovní nástroj buď kotouče nebo pásy, které mají nalepené brusné částice.

**Broušení:** Postup se volí podle stupně nerovnosti povrchu. Při vybrušování se postupuje od hrubších brusiv k jemnějším. Zrnitost brusiva poslední operace je určena požadavky následující operace. U snadno obrobitelných materiálů lze volit hrubší odstupňování brusiv.

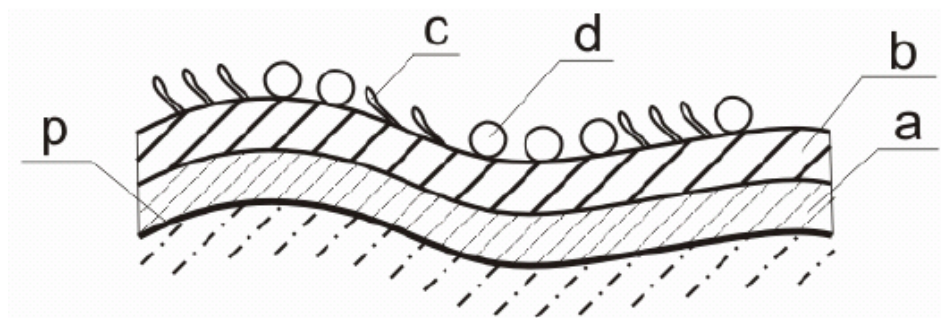
Volba brusiva závisí i na druhu broušeného materiálu. U oceli se používá těchto zrnitostí:

- hrubování 46 – 80
- hlazení 100 – 150
- jemné hlazení 200 – 240
- předlešťování 280 – 320
- jemné předlešťování M32 – M22

Obvodová rychlost má vliv na výrobnost. Při vybrušování se má měnit směr kolmo na stopy předchozího broušení.

**Leštění:** Provádí se jako leštění základního materiálu, který se docílí konečné požadované jakosti povrchu, byla-li předchozí úprava broušení správná. Dále se leštění používá u galvanických povlaků pro získání lesku v mezioperacích na vrstvách Cu, Ms, Ni.

Příklad opticky vyleštěného (čistého) povrchu polykrystalického vzorku je na obr. 5.3.



Obr.5. Povrchové vrstvy na leštěném povrchu

Na povrchu kovu (p) je vrstva směsi kovu oxidu a leštící pasty (a) – tloušťky 100 nm, dále oxidová vrstva (b) – tloušťky 10 – 10000, dále absorbované tuky (c) – ve vrstvě tloušťky 2 – 5 nm a absorbované plyny, např. kyslík (d) – tloušťky 1 nm

Kartáčování: se používá k:

- a) odstraňování hrubých nečistot, např. rzi, starých nátěrů. Zde se používají kartáče s ocelovými dráty. Pro matovou úpravu povrchu se užívá kartáčů s jemnými dráty (mosaznými). Znečištěné kartáče se čistí odmašťováním a mořením.
  
- b) zjemnění upraveného povrchu před leštěním a pro dosažení stejnoměrného vzhledu. Používají se kartáče s přírodními nebo umělými vlákny (fibr, sisal, silon, žíně) mazané brusnými pastami.

Zařízení pro broušení, leštění a kartáčování

Ruční broušení, kartáčování a leštění patří k velmi namáhavým a nehygienickým operacím, které se musí v co největší míře mechanizovat.

Zařízení rozdělujeme: - univerzální brousící a leštící stroje

- stroje a přípravky pro broušení a leštění rotačních součástí
- stroje a přípravky pro broušení a leštění plochých výrobků

### 3.3. VOLBA VHODNÉHO KONSTRUKČNÍHO MATERIÁLU [1]

Volba vhodného konstrukčního materiálu je podmíněno těmito vlivy:

- maximální teplotou, při které je materiál používán
- složení prostředí a koncentrace jednotlivých agresivních složek (látek)
- intervaly působení vlivu prostředí
- mechanickým působením prostředí
- druhem spojování vodivých odolných materiálů
- pnutím uvnitř materiálů
- namáháním, chvění, nárazy apod.

## **Uvedené materiály používané v současném výrobním procese.**

### **3.3.1. Uhlíkové oceli [1]**

Jde o nejrozšířenější druh oceli a tyto z hlediska koroze se netřídí. Uhlíkové oceli v atmosféře, ve vodách, tj. přirozených podmínkách korodují v rozmezí několika desetin milimetru za rok. V neutrálních roztocích solí v důsledku elektrochemického působení probíhá koroze rychleji. V alkalických roztocích jsou uhlíkové oceli stálé. Ochrannou vrstvu tvoří nerozpustné hydroxydy, které teprve při vyšší koncentraci se rozpouštějí. Technicky maximální hranice je 50% NaOH. V praxi je známá louhová křehkost, která vzniká při vyšších koncentracích a vyšší teplotě, projevuje se trhlinami, jejichž příčinou je mezikrystalová koroze. V kyselinách se uhlíkové oceli rozpouštějí velmi rychle. Vyjímkou je koncentrovaná kyselina sírová dusičná, kdy ocel ve styku s nimi přechází do pasivního stavu.

### **3.3.2. Oceli nízkolegované [1]**

Patří zde perspektivní ocel jakosti 15 217, které obsahuje 0,7 % Si, 1,2 % Cr, 0,3 – 0,55 % Ni, 0,3 – 0,55 % Cu, 0,15 P. Korozní úbytky této ocele jsou o 50 % nižší než ve středně znečištěné atmosféře než u uhlíkové oceli. Tvoří se zde ochranná vrstva, která je velmi přilnavá a chrání dostatečně ocel před korozí. Tato ocel se v současné době stále více používá pro výrobu ocelových konstrukcí. Jejich hlavní předností je s ohledem na vynikající ochranné vlastnosti kyslíčnickové vrstvy to, že nevyžaduje další povrchovou úpravu a tím odpadávají náklady na údržbu.

### **3.3.3. Litina [1]**

Korozní odolnost šedé litiny je poněkud větší než odolnost uhlíkových ocelí.

Je to zásluhou tzv. licí kůry, která má určité ochranné vlastnosti, větší obsah uhlíku a větší tloušťku stěn odlitku.

Chromové litiny obsahují 2,5 – 3 % C a 25 – 35 % Cr. Tyto litiny jsou velmi odolné zvláště proti účinkům oxidační kyseliny dusičné nebo jinému oxidačnímu prostředí. Chromové litiny jsou odolné i proti mechanickému opotřebení a proto se jich používá pro výrobu čerpadel, armatur, míchadel apod.

Křemíkové litiny s obsahem 14 – 16 % Si jsou zvláště odolné v kyselině sírové a dusičné. Litiny legované navíc molybdenem jsou do jisté míry vhodné i pro kyselinu chlorovodíkovou. Výrobky (armatury) z litin s více než 10 % Si se mohou obrábět jen broušením. Mají však nepříjemný sklon k praskání při mechanickým a tepelných rázech. Křemíkové litiny jsou zcela nevhodné pro alkalické prostředí a kyselinu fluorovodíkovou.

Slitina železa s cca 35 % Al zvaná Pyroferal je vhodná pro vysoké teploty a plynné prostředí s kyslíčkem siřičitým. Použití je vhodné pro hradla v pyritových pražných pecích.

#### **3.3.4. Hliník [1]**

Hliník je velmi odolný proti korozi, zvláště je-li čistý. V praxi se používá hliník o čistotě 99,5 % Al. V mírné atmosféře je odolnost hliníku velmi dobrá a úbytek tloušťky nepřesahuje 0,001 mm/rok. Kyslíčnick siřičitý urychluje korozi nejen při vyšších koncentracích.

V přímořských oblastech dochází k bodové korozi hliníku. V říčních a vodovodních vodách je plošný úbytek čistého hliníku nepatrný. Z anorganických kyselin je použitelný hliník jen pro koncentrovanou kyselinu dusičnou. V alkalických hydroxydech je hliník silně napadena podobně je tomu i ve zředěném amoniaku.

Vytvrditelné slitiny hliníku AlCuMg, AlZnMg (duraly, superduraly) jsou málo odolné proti korozi a musí být chráněny, např. elaxováním. Pouze slitiny AlMg (hydronalium) jsou odolné slabým kyselinám, slabým alkalickým roztokům, mořské vodě a potravinám.



#### **4. OCHRANA MATERIÁLU PROTI KOROZI** [1]

Základní poznatky o mechanismu a kinetice koroze umožňují odvodit základní možnosti Jak korozi zabránit, případně ji zpomalit na přijatelnou míru, aby se zvýšila životnost výrobku.

Povrchová ochrana propůjčuje kovovému materiálu kvalitativně nové vlastnosti, odlišné od vlastností základního kovu. Z hlediska charakteru povrchové ochrany dělíme způsoby omezení (zamezení koroze kovových materiálů následovně):

- 1.) úprava korozního prostředí odstranění složky způsobující korozi, (snížení obsahu stimulující složky).
- 2.) elektrochemická ochrana kovového povrchu
- 3.) volba vhodného konstrukčního materiálu
- 4.) tvorba chemických kovových nebo nekovových ochranných povlaků na základním materiálu a kvalitativně odlišnými korozními vlastnostmi.

##### **4.1. ÚPRAVA KOROZNÍHO PROSTŘEDÍ** [1]

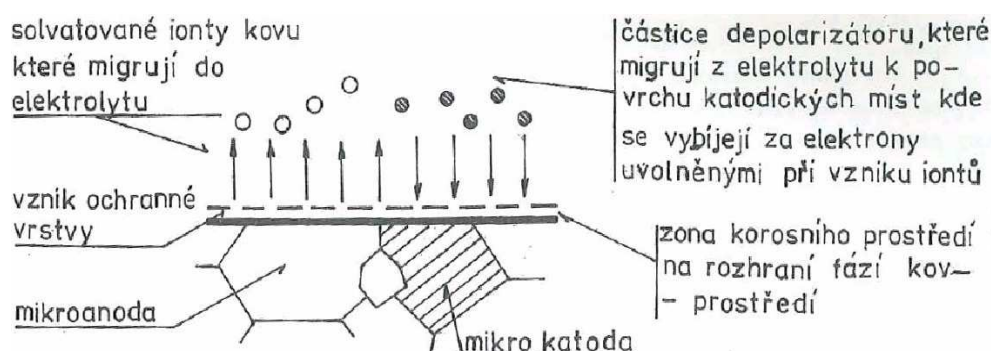
##### **4.1.1. Úprava korozního prostředí odstraněním složky způsobující korozi** [1]

Odstraněním nebo snížením koncentrace agresivních složek korozního prostředí snižujeme rychlost koroze kovových materiálů (převádíme daný korozní systém do pasivního stavu).

- a) použití vysoušedel ve spojení s hermetickým balením (gel kyseliny křemičité, které snižují absorpci vodních par na hodnotu, při které korozní procesy neprobíhají)
- b) vyhříváním za účelem snížení relativní vlhkosti pod kritickou mez
- c) použitím komplexních sloučenin chlorofilinu s Cu na Na, které váží plynné sloučeniny síry (měděné a stříbrné kontakty, které jsou napadeny sirovodíkem)
- d) odstraněním  $O_2$  resp.  $CO_2$  z vody u parních zařízení (snížení obsahu kyslíku v napájecí vodě po koncentraci  $30 \mu g \cdot l^{-1}$ , fyzikálními metodami, předběžným ohřevem, snížením parciálního tlaku vzduchu v kondenzátech, proti proudovým ohřevem napájecí vody párou nebo chemickými metodami vazbou kyslíku z napájecí vody na alkalizační látky (hydrazín nebo siřičitan sodný).

#### 4.1.2. Úprava korozního prostředí inhibitory koroze [1]

Inhibitory jsou látky, které chrání povrch kovu v daném agresivním prostředí před korozí tím způsobem, že změni vlastnosti fázového rozhraní kov – prostředí. Protože celkový korozní průběh je kineticky řízený dílčí reakcí s nejpomalejším průběhem, zpomalují inhibitory kinetiku některé z dílčích reakcí tak, aby byl zpomalen celkový průběh korozního procesu.

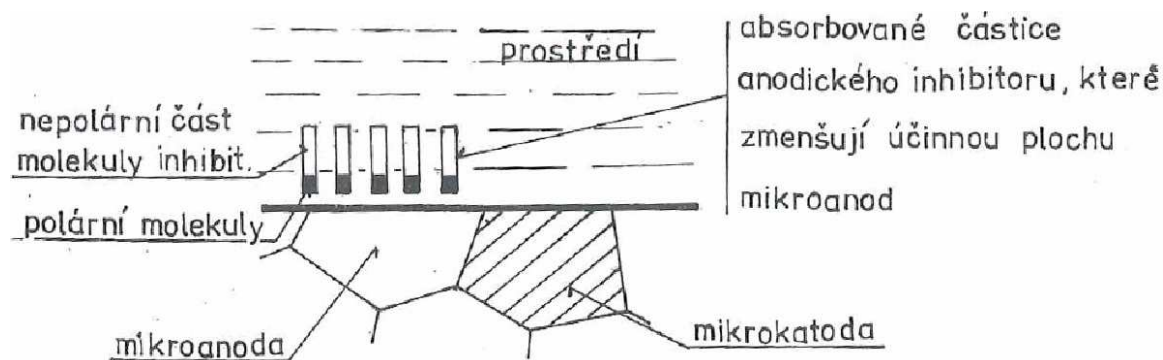


Obr.6. Schéma působení inhibitorů koroze

Rychlost korozního procesu se snižuje následkem toho, že reakcí kovu a inhibitoru při spolupůsobení korozního prostředí vznikají v zóně rozhraní fázový kov – prostředí filmy nebo tenké vrstvičky prvků nebo sloučenin. Tyto zplodiny mají v závislosti na svém chemickém složení a fyzikálně-chem. vlastnostech vliv na rychlost koroze kovů.

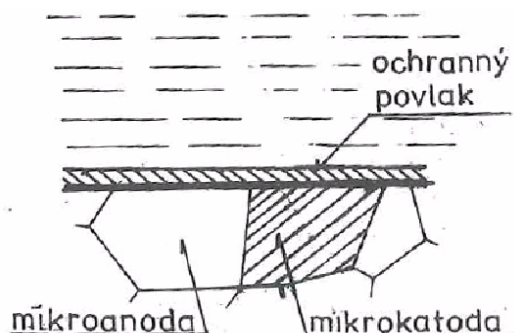
##### 4.1.2.1. Mechanismus působení různých inhibitorů [1]

###### a) Funkce inhibitoru s anodickou účinností



Obr.7. Inhibitor s anodickou účinností

b) Funkce inhibitoru vytvářející povlak



obr.8. Inhibitor vytvářející povlak

c) Funkce chemického inhibitoru s pasivačními vlastnostmi



obr.9. Chemický inhibitor

d) Funkce katodicky účinného inhibitoru



obr.10. Inhibitor s katodickou účinností

#### 4.1.3. Rozdělení inhibitorů [1]

- a) Fyzikální inhibitory
- b) Chemické inhibitory

a) Fyzikální inhibitory působí fyzikální adsorpcí, kdy částice inhibitoru jsou přidržované na povrchu silami analogickými Van der Walsovým silám. Tyto vazby jsou poměrně slabé, ale mohou vytvářet vrstvu i několik vrstev adsorbovaných molekul, což má za následek.

- menší rychlost anodických rozpouštění kovů
- omezení činnosti depolarizátorů
- snížení rychlosti pronikání složek korozního prostředí k povrchu kovu
- změnu vlastností elektrické dvojvrstvy

K adsorpčním inhibitorům patří některé organické látky, které jsou molekulárně nebo ionově rozpustné v korozním prostředí, koloidní hydroxydy některých kovů, anorganické aniony, vodík, alkaloidy, aromatické aminy a nedisociovatelné organické sloučeniny.

Často se také používají lyofilní kaloidy jako jsou želatina, klíh, kazein, dextrin apod.

b) Chemické inhibitory vytváří ochrannou vrstvu na povrchu kovu.

- oxidací kovů, příp. vznikem primárních zplodin koroze
- reakcí inhibitoru s kovem, nebo s jeho zplodinami koroze
- zvýšením alkality prostředí na fázovém rozhraní kov – prostředí

Chemické inhibitory se dělí na:

- chemisorbční
- pasivační
- tvořící povlaky
- elektrochemické
- destimulátory

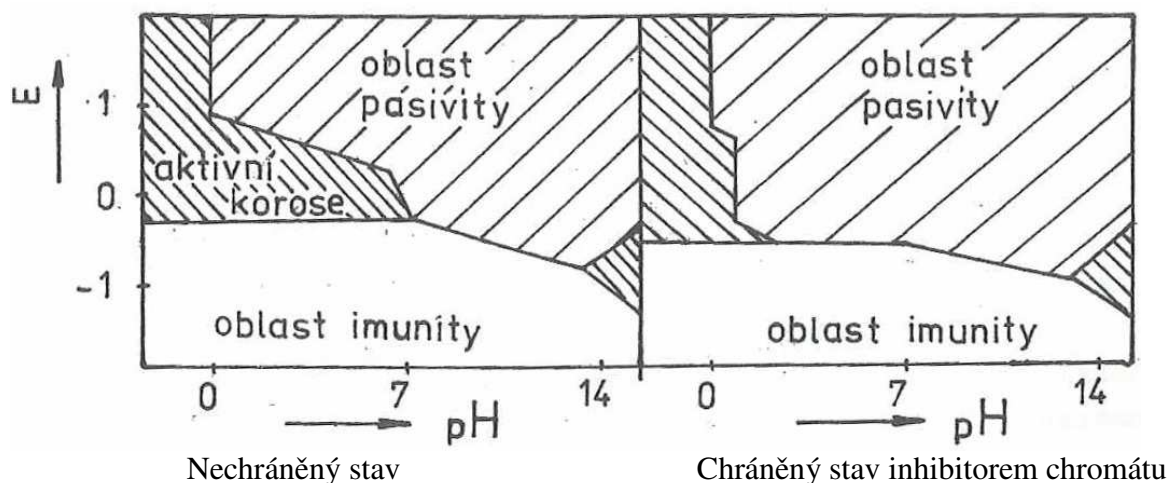
Chemisorbční inhibitory tvoří přechodný typ, kdy jejich vazba s kovem nemá jen povahu reverzibilní adsorpce, je pevnější a za určitých podmínek může tvořit přechodně stálou sloučeninu spojenou s mřížkovou stavbou kovu.

Pasivační inhibitory mají široký praktický význam a patří zde sloučeniny s oxidačními vlastnostmi, které mají schopnost pasivovat povrch kovu.

Podmínkou inhibice zde je:

- roztok těchto látek v korozním prostředí má mít vyšší redox-potenciál než je potenciál pasivního kovu v tomto prostředí
- toto prostředí má být schopné produkovat svoji redukci korozní proud, potřebný k dosažení pasivního stavu

Technicky jsou aplikované z řady oxidačních sloučenin zejména chromany, dvojchromany a dusitany, méně manganistany, vanadičnany. Termodynamické a elektrochemické podmínky inhibice oceli jsou vyjádřeny v diagramu potenciál – pH prostředí pro chráněný a nechráněný stav.



Obr.11. Pasivační účinek inhibitorů

#### 4.1.4. Aplikace inhibitorů v technické praxi [1]

Nejvíce se v technické praxi používá **pasivačních inhibitorů**. Dusitan sodný se užívá výlučně k ochraně oceli před atmosférickou korozi při skladování a přepravě.

Vrstva se nanáší máčením součástí do koncentrovaného roztoku  $\text{NaNO}_2$ , případně s močovinou nebo těsným obalením výrobku papírem impregnovaným dusitanem. Dusitanový ion je také hlavní složkou vypařovacích inhibitorů.

Tyto inhibitory rychle zaplňují okolní atmosféru a adsorbují se na kovovém povrchu vytvářející pasivační povlak (koroze, balení valivých ložisek).

Dusitany slouží také jako inhibitory pro chladicí a obráběcí emulze.

Ve velkém rozsahu se používají např. chromany na ochranu benzínových potrubí a nádrží, do chladicích roztoků. Často se používají ve směsi a dusitany, boritany, křemičitany.

Není-li ve vodě velké množství chloridů a je-li reakce prostředí neutrální, stačí jen 0,1 nebo 0,01%  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  aby se koroze ocele silně snížila. Mohou však být nebezpečné, jsou-li přítomny v malém množství, pak se zvětšuje koroze na katodických místech vlivem nepolarizujícího účinku okysličujícího prostředku.

Z povlaků inhibitorů se používá benzoan sodný a fosforečnany alkalických kovů. Benzoan sodný slouží pro úpravu vodních prostředí s přibližně neutrálních reakcí pro tlakové zkoušky, vodní uzávěry plynojemů, náplně chladičů, při impregnaci obalových materiálů pro dočasnou ochranu kovových povrchů, mezioperační ochraně strojírenských výrobků apod. Podobně se používá fosforečnanů.

### ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU

V roce 1998 výstavba výrobních hal na závodu 2, z důvodu rozšíření výroby obráběných dílů a jejich předúprav. Převážná většina výroby byla pro Mladoboleslavskou automobilku ŠKODA AUTO ( rozvodová kola, tažná oka).



Obr.12. Rozvodová kola



Obr.13. Tažné oko



## 5. TYPY POUŽÍVANÝCH ZAŘÍZENÍ PRO PŘEDÚPRAVU MATERIÁLŮ

Pro tuto výrobu z důvodu odstranění mechanických nečistot a dosažení optimální čistoty povrchu dílu se používají karuselové a komorové odmašťovací stroje.

### 5.1. ZAŘÍZENÍ KARUSELOVÁ [7]

#### **Komorový postřikovací stroj karuselový**

Typ MCL / OS

Výrobce: SUMMA Šumperk

Rok výroby: 1998



Obr.14. Foto stroje přední část



Obr.15. Foto stroje boční část

#### Funkce Stroje [3]

Stroj je určen k odmašťování nebo fosfátování součástí, které vyžadují oplach chemického mycího (pracího) prostředku s možností následujícího usušení v jednom technologickém cyklu. Manipulační koš nebo segmentové se součástkami se ukládají na karusel stroje, který se otáčí kolem svislé osy a prochází ostřikovou sekcí. Nádrž s oplachovou vodou je umístěna po levé straně stroje.



Přístroj umožňuje nastavení těchto programů (cyklů):

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| 1) P – Praní             | 6) P + S – Oplach, Sušení                              |
| 2) O – Oplach            | 7) P + O + S1 – Praní, Oplach, Sušení v časech 1       |
| 3) S – Sušení            | 8) P + O + S2 – Praní, Oplach, Sušení v časech 2       |
| 4) P + O – Praní, oplach | 9) P + O + S3 – Praní, Oplach, Sušení v časech 3       |
| 5) P + S – Praní, Sušení | 10) P + st + O – Praní, Oplach (s přerušením po prání) |

## 5.2. ZAŘÍZENÍ KOMOROVÁ [7]

### Komorový postřikovací stroj

Typ WIR 4H / S, WIR 6C / S

Výrobce: SUMMA Šumperk

Rok výroby: 1999



Obr.16. Stroj s pracovním prostorem tvořený drátovým košem WIR 4H / S



Obr.17. Stroj s pracovním prostorem ve tvaru bubnu WIR 6C / S

Stroj pracuje na principu tlakového postřiku. Povrch součástí je sprchován horkou odmašťovací lázní ze všech stran. Následně, dle zvolené technologie, probíhá sušení nebo oplach a sušení.

Součásti se ukládají do děrovaného bubnu (typ WIR 6C) nebo do kvádrového koše (WIR 4H), který se otáčí kolem vodorovné osy.

Stroje jsou vybaveny filtrací kapaliny, který zajišťují textilní sáčkové filtry s možností volby filtrační schopnosti, pásový odlučovač oleje, který sbírá vytěsněný olej z odmašťovací lázně.

Použitá technologie: - Odmaštění

- Odmaštění + Sušení

- Odmaštění + Oplach + Sušení

### 5.3. ČISTÍCÍ A ODMAŠŤOVACÍ ULTRAZVUKOVÉ ZAŘÍZENÍ

Účinnost karuselových a komorových postřikovacích strojů z hlediska čištění a odmašťování nebyla dostatečně způsobilá. Na povrchu dílu zůstávají drobné nečistoty a zbytky mycího (pracího) prostředku. Protože postupem času se náklady na výrobu zvyšovaly. Po dlouhé úvaze a zkoušení tento problém vyřešit, byla doporučena inovace. Zejména zahraniční trh nabízel mnoho řešení a investování do nových strojů pro zkvalitnění procesu.

Jednou z mnoha doporučených firem byla německá firma **Dürr Ecoclean GmbH**

je předním světovým výrobcem čistících a odmašťovacích zařízení. [8]

Výrobní program nabízí systémy pro téměř všechna zadání v průmyslové výrobě pro díly z kovu, plastu a skla, od milimetrových dílů až po velmi objemné díly s komplexní geometrií. Standardizovaná, kompaktní sériová zařízení a procesy najdou využití v malých provozech s poměrně malými výkonovými požadavky, ale také ve velkých provozech.

#### **Čistící ultrazvukové vlny [8]**

Ultrazvuková očišťující metoda může dosáhnout na nejvyšší stupně. Chcete-li použít čisté zvukové vlny se používají například v přesném strojírenství, v elektrické a elektronické zařízení, stejně jako před galvanické úpravy. Jednotlivé části se musí čistit vzájemně.

Čistící účinek ultrazvukové vlny mají velký efekt: vyvolat vibrace v kapalině

i v nejmenších dutinách. To má za následek silné proudy a turbulence, které při roztržení existujících částic nečistot přemění povrch téměř na čistý. Pro čištění je důležité: čím nižší frekvence, tím větší je kavitační bublina a čím větší je uvolněná energie.

Kavitace - tvoření dutin uvnitř proudící kapaliny uvolňováním pohlceného kyslíku nebo jiného plynu

### **DÜRR Universal 81 W [8]**

Výrobce: Dürr Ecoclean GmbH

Rok výroby: 2007

Stroj na čištění Universal 81W je výkonným zařízením, které může být použito díky své modulární konstrukci pro různé případy čištění dílů. Po každém použití je vhodné Universal 81W očistit od částic znečištěných od oleje a emulsí a také jemné čištění montážních dílů.

Ve všech krocích čištění musí být používány vodní média.

Odstranění většího množství špon a částic nečistot definované velikosti se docílí výběrem správného filtračního systému a dalším případným dovybavením stroje v závislosti na použití.

Různé varianty vybavení dovolují použití Universal 81 W v mnoha oborech zpracování kovů.



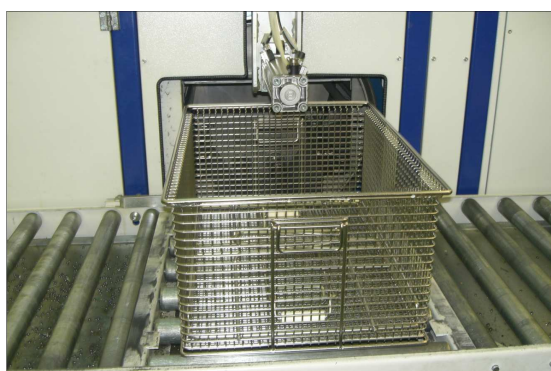
Obr.18. foto stroje boční část



Obr.19. foto stroje přední část

Přednosti:

- kompaktní konstrukce připravená k připojení
- vícestupňový mycí/oplachovací proces se sušením horkým vzduchem a vakuem
- možnost provozu bez odpadních vod
- všechny části co přichází do styku s médií s nerezové oceli
- mnohostranné možnosti rozšíření skrze modulární nástavby



Obr.20. Foto pracího koše



Obr. 21. Foto dalšího příslušenství





**Klein & Blažek**  
*Proces odmaštění a pasivace ocelových komponent.*  
*Aplikace- zaplavování (DUR)*



lázeň č.	pohyb lázne	Operace	Přípravek	Objem [m <sup>3</sup> ]	Čas [sec]	Zakládací koncentrace	Zakládací množství	Kontrolní údaje	Doplňovací množství	Teplota [°C]
1	rotace koše	odmaštění	<b>P3-Neutrapon 5088</b>	0,45	90	2-3%	9 l	<b>bodovitost = 6-8 bodů</b> (20 ml/0,1 N HCl /neutrální červeň)	<b>0,6 l Neutrapon 5088</b> (na každý chybějící bod a na 0,45 m <sup>3</sup> )	70±5
2	rotace koše	oplach	<b>upravená voda</b>	0,45	60					70±5
3	rotace koše	pasivační oplach	<b>P3-Prevox 6748</b>	0,45	60	1,5-2%	7 l	<b>bodovitost = 18-25 bodů</b> (20 ml/0,1 N HCl /neutrální červeň)	<b>0,35 l Prevox 6748</b> (na každý chybějící bod a 0,45 m <sup>3</sup> lázně)	70±5
4	vákuově sušení	sušení	<b>teplý vzduch</b>		300					100

Četnost výměny lázní: 1x za 3-6 týdnů

Četnost kontrol lázní: 1 x za směnu

koncentrace P3-Neutrapon 5088 v g/l= bodovitost x 3,75

koncentrace P3-Prevox 6748 v g/l= bodovitost x 0,83

Obr.22. Tabulka odmašťování a pasivace ocel. dílů

Rostoucí požadavky na kvalitu dílů požadují od průmyslového čištění pořád komplexnější řešení. S individuálně přizpůsobenými systémy čištění a inovativními standardními zařízeními splňuje Dürr Ecoclean celosvětově požadavky na čistotu dílů v různých odvětvích průmyslu. Obrobek a jeho způsob znečištění určují čisticí médium a typ používaného čistícího zařízení.

## **6. POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI A DOKONALOSTI PŘEDÚPRAVY**

### **KOMOROVÁ KARUSELOVÁ A BUBNOVÁ ZAŘÍZENÍ**

#### **Komorový postřikovací stroj karuselový , Komorový postřikovací stroj**

typ MCL / OS

typ WIR 4H / S, WIR 6C / S

- + Výhody:
  - snadná dostupnost a manipulovatelnost
  - spotřeba menší energie
  - nenáročnost na obsluhu
  - menší provozní podmínky na údržbu
  
- Nevýhody:
  - nízká kvalita odmašťování
  - nedostatečně opláchnuté dílu (časté opakování cyklu)
  - dlouhá doba sušení

### **ČISTÍCÍ A ODMAŠŤOVACÍ ULTRAZVUKOVÉ ZAŘÍZENÍ**

#### **DÜRR Universal 81 W**

- + Výhody:
  - více nádrží z hlediska různých pracovních procesů
  - lepší využití poplachové vody (úspora vody, recyklace)
  - kvalita a rychlost sušení (vakuové sušení)
  - kvalita a rychlost odmaštění (ultrazvukové vlny)
  - programování procesů
  - vyšší výkonnost – produktivita
  
- Nevýhody:
  - velká spotřeba energie (až 70 kW) z důvodu procesu AQUACLEAN
  - údržba (výměna oleje)
  - zvýšené nároky na kontrolu a náročnost obsluhy
  - vyšší pořizovací cena

## **7. ÚPRAVA TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ**

V poslední době vzrůstají požadavky investorů na zvýšenou předúpravu materiálu a pak následně i obráběných dílů. Proto je nutné dbát na přesné dodržování technologických postupů včetně technické dokumentace. Úprava technologických postupů, sebou přináší kvalitnější, lepší odmašťovací účinek a vyšší čistotu výrobku.

Dosažení lepších a dokonalejších výsledků odmašťování, lze docílit úpravou technologických postupů. Odstranění nečistot (mastnot, oxidů, povlaků) závisí na době pracovního programu, teploty odmašťování a účinnosti pracího prostředku. V tomto ohledu je také doporučeno konzultovat nastavení a úpravy postupů s výrobcem stroje.

### **7.1. TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRO KARUSELOVÉ ZAŘÍZENÍ**

#### **Komorový postřikovací stroj karuselový Typ MCL / OS**

Technologický postup pro praní ocelí.

##### **TP. 1: Obecný postup:**

###### **Popis operace:**

###### **1. Složení lázně: 0,5 – 0,8 % koncentrace odmašťovacího přípravku**

P3-T 5187 ( na 10 litrů vody 0,05 - 0,8 l přípravku).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži karuselové pračky, do které se napustí min.160 l vody.

Ohřeje se na teplotu 40°C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství

P3-T 5187. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

###### **2. Teplota lázně: 40°C**

###### **3. Expoziční doba - automatický čas praní: 1 - 2 minuty**

- automatický ofukování dílů: min.30 sekund

Vyhodnocení účinnosti:

Nedokonalé očištění a odmaštění dílu. Na povrchu zůstávají zbytky pracího (odmašťovacího) přípravku a neodstraněné hrubé nečistoty. Velká pravděpodobnost výskytu koroze a následné znehodnocení výrobku. Proces je nevyhovující, účinnost odmašťování je **30 %**.

**TP. 2: Úprava postupu:** zvýšení koncentrace lázně, teploty lázně, času praní.

Popis operace:

1. Složení lázně: 1,0 – 1,3 % koncentrace odmašťovacího přípravku

P3-T 5187 ( na 10 litrů vody 0,8 - 0,13 l přípravku).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži karuselové pračky, do které se napustí min.160 l vody. Ohřeje se na teplotu 60°C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství P3-T 5187. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

2. Teplota lázně: 60°C

3. Expoziční doba - automatický čas praní: 2 - 3 minuty

- automatický ofukování dílů: min.1 minuta

Vyhodnocení účinnosti:

Částečné očištění, ale neúplné odmaštění dílu. Rozpuštění pracího (odmašťovacího) přípravku. Prodloužení času a zvýšení teploty nemělo vliv na čistotu dílu. Účinnost odmašťování je **65 %**.

**TP. 3: Doporučený postup:**

Popis operace:

1. Složení lázně: 1,5 – 2,5 % koncentrace odmašťovacího přípravku

P3-T 5187 ( na 10 litrů vody 0,15 - 0,25 l přípravku).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži karuselové pračky, do které se napustí min.160 l vody. Ohřeje se na teplotu 80°C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství P3-T 5187. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

2. Teplota lázně: 80°C



**3. Expoziční doba - automatický čas praní: 3 - 4 minuty**

- automatický ofukování dílů: min.2 minuty

Vyhodnocení účinnosti:

Dokonalé očištění a odmaštění dílu. Technicky čistý povrch výrobku. Vyšší odpařitelnost vody a zvýšená energetická náročnost. Účinnost odmašťování je **78 %**.

**7.2. TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRO KOMOROVÉ ZAŘÍZENÍ****Komorový postřikovací stroj Typ WIR 4H / S, WIR 6C / S**

Technologický postup pro praní ocelí

**TP.1: Obecný postup:**Popis operace:**1. Složení lázně: 0,5 - 0,8 % koncentrace odmašťovacího přípravku**

PRAGOLOD 90 ( na 100 litrů vody 0,5 – 0,8 kg prášku ).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži komorové pračky, do které se napustí 400 +/- 15 l vody. Ohřeje se na teplotu 45 °C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství Pragolodu 90. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

**2. Teplota lázně: 45 °C****3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 30 sec. – 1 minuta**Vyhodnocení účinnosti:

Nedokonalé očištění a odmaštění dílu. Na povrchu zůstávají zbytky pracího (odmašťovacího) přípravku a neodstraněné hrubé nečistoty. Velká pravděpodobnost výskytu koroze a následné znehodnocení výrobku. Proces je nevyhovující, účinnost odmašťování je **33 %**.

**TP. 2: Úprava postupu:** zvýšení koncentrace lázně, teploty lázně, času praní.

Popis operace:

1. Složení lázně: 0,8 – 1,0 % koncentrace odmašťovacího přípravku

PRAGOLOD 90 ( na 100 litrů vody 0,8 - 1,0 kg prášku ).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži komorové pračky, do které se napustí 400 +/- 15 l vody. Ohřeje se na teplotu 65 °C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství Pragolodu 90. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

2. Teplota lázně: 65 °C

3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 1 – 2 minuty

Vyhodnocení účinnosti:

Částečné očištění, ale neúplné odmaštění dílu. Rozpuštění pracího (odmašťovacího) přípravku. Prodloužení času a zvýšení teploty nemělo vliv na čistotu dílu.

Účinnost odmašťování je **68 %**.

**TP. 3: Doporučený postup:**

Popis operace:

1. Složení lázně: 1,0 – 1,6 % koncentrace odmašťovacího přípravku

PRAGOLOD 90 ( na 100 litrů vody 1,0 - 1,6 kg prášku ).

Odmašťovací lázeň se připravuje přímo v nádrži komorové pračky, do které se napustí 400 +/- 15 l vody. Ohřeje se na teplotu 90 °C a za stálého míchání se rozpustí výše uvedené množství Pragolodu 90. Pro odměření množství pracího prostředku používat odměrku.

2. Teplota lázně: 90 °C

3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 2 – 3 minuty

Vyhodnocení účinnosti:

Dokonalé očištění a odmaštění dílu. Technicky čistý povrch výrobku. Vyšší odpařitelnost vody a zvýšená energetická náročnost. Účinnost odmašťování je **80 %**.

### 7.3. TECHNOLOGICKÉ POSTUPY PRO ULTRAZVUKOVÉ ZAŘÍZENÍ

Čistící odmašťovací ultrazvukové zařízení **DÜRR Universal 81 W** má k dispozici šest nastavitelných technologických mycích programů.

Program se skládá:

- 1.) T1, T2, T3, T4 – výběr napouštěcích nádrží (lázní)
- 2.) Doba proudění
- 3.) Dráha (kyvná, otočná)
- 4.) Injektážní omívání: UZ + IOM – pod tlakem (zatopením pod vodou)
- 5.) Doba sušení: SHVVS – sušení horkým vzduchem + vakuové sušení  
SHV – sušení horkým vzduchem  
VS – vakuové sušení

Technologický postup pro praní kovů

#### **TP.1: Obecný postup (Program č.1) [5]**

##### Popis operace:

##### **1. Složení lázně:**

prací nádrž č.1:- hrubé praní

1 – 2 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 0,8-1,0 litru koncentráту).

prací nádrž č.2:- čisté praní

0,6 - 1,0 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 0,7-1,0 litru koncentráту).

prací nádrž č.3:- pasivace

0,6 – 1,0 % koncentrace pasivačního přípravku

Prevex 6748 ( na 100 litrů vody 0,6 -1,0 litru koncentráту).

2. Teplota lázní: 40 +/-10 °C

3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 10,00 minut.

Vákuové sušení: 35 sekund

Vyhodnocení účinnosti:

Nedokonalé očištění a odmaštění dílu. Oplachování se nesmyjí hrubé nečistoty, hrozí ucpání filtračního okruhu. Velká pravděpodobnost výskytu koroze a následné znehodnocení výrobku. Proces je nevyhovující, účinnost odmašťování je **25 %**.

**TP.2: Upravený postup (Program č.2) :** zvýšení koncentrace lázně, teploty lázně, času praní.

Popis operace:

1. Složení lázně:

prací nádrž č.1:- hrubé praní

2- 3 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 1,3-1,7 litru koncentrátu).

prací nádrž č.2:- čisté praní

1,1 -1,3 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 1,0-1,2 litru koncentrátu).

prací nádrž č.3:- pasivace

1,2 – 1,8 % koncentrace pasivačního přípravku

Prevex 6748 ( na 100 litrů vody 1,2 – 1,8 litru koncentrátu).

2. Teplota lázní: 55 +/-10 °C

3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 15,00 minut.

Vákuové sušení: 1 minuta

Vyhodnocení účinnosti:

Částečné očištění, ale neúplné odmaštění dílu. Rozpuštění pracího (odmašťovacího) přípravku. Prodloužení času a zvýšení teploty nemělo vliv na čistotu dílu.

Účinnost odmašťování je **74 %**.

**TP.3: Doporučený postup (Program č.3)**Popis operace:**1. Složení lázně:**

prací nádrž č.1:- hrubé praní

3 – 4 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 1,5-2,5 litru koncentrátu).

prací nádrž č.2:- čisté praní

1,5 - 2,5 % koncentrace odmašťovacího přípravku

Neutrapon 5088 ( na 100 litrů vody 1,5-2,5 litru koncentrátu).

prací nádrž č.3:- pasivace

2,0 - 2,5 % koncentrace pasivačního přípravku

Prevex 6748 ( na 100 litrů vody 2 -2,5 litru koncentrátu).

**2. Teplota lázni: 70+/-10°C**

- v případě pění aplikovat postříkem hladiny odpěnovač P3-Tensopon 0683

**3. Expoziční doba - doba chodu pračky: 20,00 minut.**

Vákuové sušení:1,5 minuty

Vyhodnocení účinnosti:

Dokonalé očištění a odmaštění dílu. Technicky čistý povrch výrobku. Vyšší odpařitelnost vody a zvýšená energetická náročnost. Účinnost odmašťování je **99 %**.

Pokud je dobře nastaven prací přípravek (typ) a teplota lázně, tak vlastní čas nemá až takový význam pro odmašťování.

#### 7.4. POROVNÁNÍ ÚČINNOSTI: [9]

Účinnost čištění a odmaštění posuzuje a vyhodnocuje firma SENIOR Automotive Czech s.r.o., která se zabývá konstrukcí, výrobou nerezových trubek pro olejové a mazací systémy naftových a benzínových motorů, ocelových trubek do chladicích systémů motorů, ocelových trubek pro vedení ovládání střešních oken osobních automobilů a hliníkových trubek do klimatizací osobních a nákladních automobilů.

Provedení zkoušky, odhaluje účinnost a kvalitu čistícího a odmašťovacího procesu.

##### Postup zkoušky odmaštění:

1. čistý odmaštěný vzorek se ponoří do lázně s rozpouštěcí látkou  
(ředidlo, technický benzín)
2. díl s aplikovanou rozpouštěcí látkou se vloží do odkapávací jímky s vyhrdlením
3. látka rozpustí (zbytkové nečistoty, mastnoty, prach) a pomalu steče do vyhrdlení
4. na konci vyhrdlení je testovací filtrační papír (indikátor odmaštění) – princip filtrace
5. indikace názorně zobrazí účinnost odmaštění.
6. Výsledek vyhodnocení zkoušky (testu) je zaznamenán na interní protokol.

Karuselové zařízení: typ MCL /OS

Účinnost porovnání z návrhu **technologického postupu č.3** porovnání a provedení zkoušky.

Obr.23. Výsledný vzorek

Technologický postup	Koncentrace prací lázně	Teplota lázně	Čas praní	Účinnost
TP. 1	0,5 – 0,8 %	40°C	1 – 2 min	30 %
TP. 2	1,0 – 1,3 %	60°C	2 – 3 min	65 %
<b>TP. 3</b>	<b>1,5 – 2,5 %</b>	<b>80°C</b>	<b>3 – 4 min</b>	<b>78 %</b>

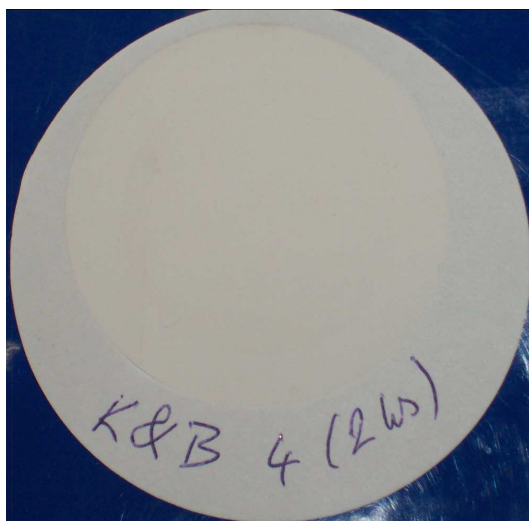
Komorové zařízení: typ WIR 6C / S

Účinnost porovnání z návrhu **technologického postupu č.3** porovnání a provedení zkoušky.

Obr.24. Výsledný vzorek

Technologický postup	Koncentrace prací lázně	Teplota lázně	Čas praní	Účinnost
TP. 1	0,5 – 0,8 %	45°C	30 sec – 1 min	33 %
TP. 2	0,8 – 1,0 %	65°C	1 – 2 min	68 %
<b>TP. 3</b>	<b>1,0 – 1,6 %</b>	<b>90°C</b>	<b>2 – 3 min</b>	<b>80 %</b>

Zařízení ultrazvukové: typ **DÜRR Universal 81 W**



Účinnost porovnání z návrhu **technologického postupu č.3** porovnání a provedení zkoušky.

Obr.25. Výsledný vzorek

Technologický postup	Prací nádrž č.1- hrubé	Prací nádrž č.2- čisté	Prací nádrž č.3-pasivace	Teplota lázně	Doba praní	Účinnost
TP. 1	1 – 2 %	0,6 - 1,0 %	0,6 - 1,0 %	40+/-10°C	10 min	25 %
TP. 2	2 – 3 %	1,1 -1,3 %	1,2 – 1,8 %	55+/-10°C	15 min	74 %
<b>TP. 3</b>	<b>3 – 4 %</b>	<b>1,5 - 2,5 %</b>	<b>2,0 - 2,5 %</b>	<b>70+/-10°C</b>	<b>20 min</b>	<b>99 %</b>



## **8. ZHODNOCENÍ A ZÁVĚR:**

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit a zlepšit stávající činnost předpovrchových úprav obráběných dílů. Navrhnout a odzkoušet změny stávajícího předpisu pro předúpravy s výsledkem zlepšení stávajícího stavu.

Prvním krokem bylo zjištění stavu výrobní činnosti odmašťování a čištění současných odmašťovacích strojů. V této fázi jsem si vytvořil představu o svém návrhu.

V dalším kroku jsem popsal typy předúprav materiálu, které zbavují povrch materiálu nečistot, zvyšují odolnost proti korozi a zlepší funkční vlastnosti materiálu (výrobku).

Následovalo srovnání účinnosti praní současných používaných odmašťovacích strojů a specifikování pořízeného nového zařízení a technologií. Blíže jsem vysvětlil výhody a nevýhody nového zařízení.

Posledním krokem byl návrh a úprava technologických postupů pro zkvalitnění procesu odmašťování. Rozdíl technologických postupů pro odmašťování mezi současnými karuselovými, komorovými bubnovými stroji a ultrazvukovým zařízením je nastavení požadovaných programů pro docílení technicky dokonale čistého povrchu.

Provedl a odzkoušel jsem čištění a odmaštění jednotlivými technologickými postupy v uvedených odmašťovacích strojích a navrhl po důkladném prověření řešení úpravy technologického postupu pro docílení kvalitnější čistoty povrchu dílu.

Porovnáním účinnosti čištění a odmašťování lze zjistit, jak účinné je odmašťování jednotlivých strojů v závislosti na koncentraci pracího přípravku, teploty lázně, doby praní. Podrobný výsledek vyhodnocení účinnosti je uveden v interních protokolech nacházející se v příloze.

Závěrem bych chtěl konstatovat, že vývoj technologie předpovrchových úprav je stále dokonalejší, účinnější a rychlejší. Potom musíme důsledně zvážit, jakou technologii zvolit pro co nejlepší ekonomickou návratnost.



Je reálným předpokladem, že výsledky této bakalářské práce alespoň částečně přispějí ke konkrétnímu zvýšení kvality předúprav v naší firmě. Výsledky experimentů budou východiskem a zajisté přínosem pro následná řešení.



## Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat za cenné připomínky a rady při zpracování bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Tempírovi vedoucímu technologovi ve firmě Klein & Blažek, a také svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Františku Kristofory CSc.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:**

- [1] MOHYLA, Miroslav. *Technologie povrchových úprav kovů*. Ostrava : VŠB - TU Ostrava, 2006. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] PODJUKLOVÁ, J. *Speciální technologie povrchových úprav I*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 1997, 76 s.
- [3] Typ MCL / OS . *Komorový postřikovací stroj karuselový : Příručka, návod k obsluze*. Šumperk : SUMMA Šumperk, 1998. 25 s.
- [4] Procesní směrnice odmašťování. *Proces odmaštění a pasivace ocelových komponentů. : Aplikace zaplavování*. Henkel ČR : Mgr. Duchoň, 3.12.2007. 1 s.
- [5] Obecné skupinové technologické postupy pro odmašťování ocelí. *Bezpečnostní listy*. Klein & Blažek : Henkel ČR, 1998 - 2008. 20 s.

**Webové adresy:**

- [6] Klein & Blažek [online]. 2007 [cit. 2010-05-09]. [www.kleibl.cz](http://www.kleibl.cz).  
Dostupné z [www](http://www.kleinblazek.cz/index.php?p=index&site=default): <<http://www.kleinblazek.cz/index.php?p=index&site=default>>.
- [7] [www.summa.cz](http://www.summa.cz) [online]. 2007 [cit. 2010-05-10]. SUMMA Šumperk. Dostupné z [www](http://www.summa.cz): <[http://www.summa.cz/trade/vyrobni-program/zarizeni-bubnova/WIR 6C, WIR 4H/mm-149/sm-171/si-412](http://www.summa.cz/trade/vyrobni-program/zarizeni-bubnova/WIR_6C,_WIR_4H/mm-149/sm-171/si-412)>.
- [8] IMTOS : DÜRR Ecoclean GmbH [online]. 2010 [cit. 2010-05-15]. [www.imtos.cz](http://www.imtos.cz) .  
Dostupné z [www](http://www.imtos.cz): <<http://www.imtos.cz/dodavatele/durr-ecoclean.php>>.



- [9] *SENIOR Automotive Czech s.r.o.* : [online] 1.3.2010  
[cit. 2010-05-16]. SENIOR Automotive Czech s.r.o.  
Dostupné z www: <[www.seniorauto.com](http://www.seniorauto.com) >.
- [10] Koroze. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) :  
Wikipedia Foundation, [cit. 2010-05-20].  
Dostupné z www: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Koroze>>.

**SEZNAM PŘÍLOH:**

Příloha: 1.

Porovnání účinnosti Odmaštění:

Interní protokoly zkoušky odmaštění – Kapitola 7. (strana 1.- 3.)

- A) MCL / OS
- B) WIR 6C / S
- C) DÜRR Universal 81 W

Příloha: 2.

Stanovení bodovitosti lázně – Titrační neutralizační metoda

Záznam o měření koncentrace prací lázně – Kapitola 7. (strana 4. – 5.)

- A) MCL / OS
- B) DÜRR Universal 81 W